

ABSTRACT

The use of steel fibers in plain and reinforced concrete demonstrated a number of advantages, such as increasing the flexural capacity, stiffness, ductility and energy absorption capacity. Under the service load, there was an improvement in crack control characteristics. While the use of steel fiber has not been very extensive (because of insufficient short-term and long-term performance data), there has been a recent increase in practical applications of steel fiber .

An attempt has been made to develop a procedure for the nonlinear analysis of fiber reinforced concrete members. The finite element method has been used to investigate the behaviour in the pre and post-cracking levels up to the ultimate load. Eight noded two dimensional isoparametric elements have been used to simulate the concrete. The smeared representation has been used to simulate the reinforcement with perfect bond with concrete.

The compressive strength of concrete is simulated by an elasto-plastic work-hardening model followed by a perfectly plastic behaviour, which is terminated at the onset of crushing. On the other hand the behaviour in tension is simulated by implementing the smeared crack model. Two concepts were used to simulate the post-cracking behaviour of concrete tension stiffening concept and strain softening concept that accounts for the retained post-cracking stresses, and the shear retention model that modifies the shear modulus of rigidity as the crack appears. Compressive strength reduction due to orthogonal cracks has been incorporated and simulated by using three models. This parameter has noticeable effect on the collapse loads of some specimens tested in this study.

The nonlinear equations of equilibrium have been solved using an incremental-iterative technique under load control with force convergence criterion. The solution algorithm used throughout this search is modified Newton-Raphson method.

The geometrical nonlinearity was incorporated in this study, the finite element solution shows that geometrical nonlinearity has no effect on the behaviour of beams failing in shear and deep beams.

Many different categories of fiber reinforced concrete beams have been analysed, and a comparison between the finite element results and experimental results was made. In general the finite element solutions give a good agreement with the experimental results.

The effect of steel fibers on stresses in longitudinal and transverse bars has been studied. The stresses in steel bars were significantly reduced when the volume fraction was increased.

الخلاصة

استعمل الالياف الفولاذية في الخرسانة المسلحة وغير المسلحة اثبت العديد من الفوائد، مثل زيادة مقاومة الانتشاء، الصلابة، المطيلية، قابلية امتصاص الطاقة. وفي ظروف التشغيل هناك تحسن في خواص الميظرة على الشقوق. على الرغم من قلة المعلومات المتوفرة حول الاداء القصير والطويل الامد للخرسانة المعززة بالالياف، الا ان استخدام الالياف الفولاذية في الخرسانة دخل في العديد من الاستعمالات العملية.

في هذا البحث جرت محاولة لتطوير طريقة للتحليل اللاخطي للاعضاء الخرسانة المعززة بالالياف الفولاذية. استعملت طريقة العناصر المحددة لبحث الاداء في مرحلة ما قبل التشقق وبعدها الى الحمل الأقصى.

استعمل العنصر ثنائي البعد ذو ثمان عقد لتمثيل الخرسانة، أما حديد التسليح فقد اعتبر منتشرا بشكل طبقات ضمن الخرسانة (*Smearred Representation*) مع فرض ترابط تام بين الخرسانة وحديد التسليح.

تم تمثيل تصرف الخرسانة تحت اجهادات الضغط بالنموذج المرن-اللدن ذو التقوية الانفعالية (*Elasto-Plastic Strain Hardening*) حيث يفترض هذا النموذج سلوك الخرسانة مرنا في بداية التحميل يعقبه سلوك مرن- لدن يستمر تحمل الاجهادات بمعدل انفعال متزايد لحين وصول الخرسانة الى الاجهاد الأقصى حيث يستمر بعدها الانفعال بالزيادة بأجهاد ثابت وتنتهي هذه المرحلة بحدوث التهشم في الخرسانة (*Crushing of Concrete*). أما سلوك الخرسانة تحت تأثير اجهادات الشد فقد تم تبني نموذج التشقق المنتشر (*Smearred Crack*) لتمثيله، مع الاخذ بنظر الاعتبار الاجهادات المتبقية في مرحلة ما بعد التشقق، تم تبني مفهومين لتمثيل تصرف الخرسانة في مرحلة ما بعد التشقق مفهوم تصلب الشد (*Tension Stiffening*) ومفهوم تطري الانفعال (*Strain Softening*) وتخفيض معامل الصلابة القصي (*Shear Rigidity Modulus*) مع استمرار التحميل ما بعد مرحلة التشقق. اضافة الى ذلك تم اعتماد ثلاث نماذج لتمثيل التناقص الحاصل في مقاومة الانضغاط والناجم من تأثير اجهادات الشد المتعامد مع محور تأثير اجهادات الانضغاط وكان لهذا العامل تأثير ملحوظ على قيمة احمال الفشل لبعض النماذج المفحوصة في هذا البحث.

تم حل معادلات التوازن اللاخطية باستخدام طريقة تزايدية-تعاودية (*Incremental-Iterative Method*) تعمل تحت احمال مميظرة واستخدمت في الحل طريقة نيوتن-رافسن المعدلة (*Modified Newton-Raphson*). اجريت التكاملات العددية باستخدام طريقة ذات اربع او تسع نقاط.

اللاخطيات الهندسية في الشكل اخذت بنظر الاعتبار واطهرت النتائج ان اللاخطية الهندسية ليس لها تأثير على تصرف الاعضاء الخرسانية التي تفشل بالقص والعتبات العميقة. تم تحليل انواع مختلفة من العتبات الخرسانية المسلحة والمعززة بالالياف الفولاذية ومقارنة نتائج العناصر المحددة مع النتائج المختبرية. اظهرت النتائج بشكل عام حصول توافق جيد بين نتائج العناصر المحددة والنتائج المختبرية. بالاضافة الى ذلك تم دراسة تأثير وجود الالياف على الاجهادات في حديد التسليح في اماكن مختلفة. اظهرت النتائج ان زيادة النسبة الحجمية للالياف الفولاذية تؤدي الى تخفيض اجهادات حديد التسليح الى درجة ملموسة.